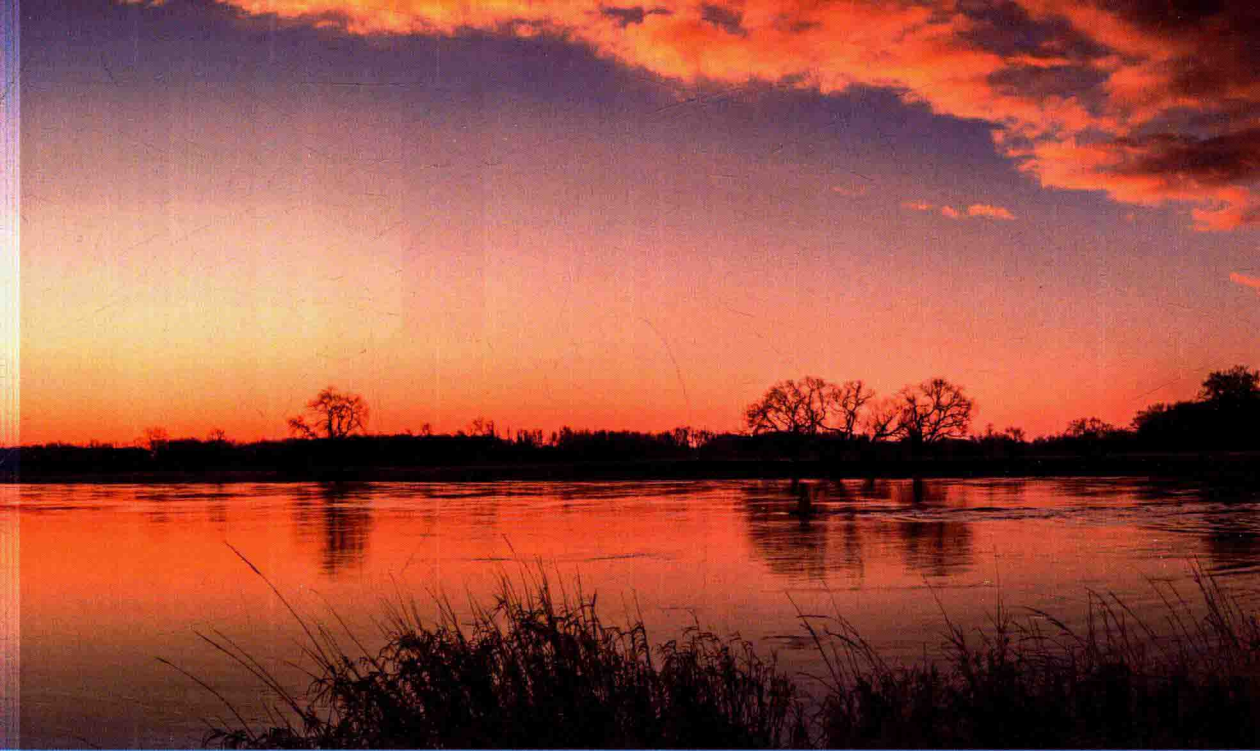




# 山东省沂河流域 末次冰期最盛期以来的 环境演变

曹光杰 著



科学出版社

# 山东省沂河流域末次冰期 最盛期以来的环境演变

曹光杰 著



科学出版社

北京

## 内 容 简 介

沂河流域山东段位于山东省东南部,地处暖温带,是气候变化的敏感区域,也是东夷文化的主要发祥地之一。研究沂河流域末次冰期最盛期以来的环境演变,对环境变化的区域相应研究、环境因素在古文明兴衰中的作用研究均具有重要意义。本书选择典型地点挖掘剖面、钻取岩心,采集样品。通过对样品的年代测试,建立了典型剖面的地层年代序列。搜集了沂河上18个断面800多个钻孔资料,在洙阳村和船流街村附近进行了物探,根据钻孔资料及物探结果,绘制了20个断面沂河古河槽地质剖面示意图,分析了沂河古河道的演变,计算了沂河的古流量。根据典型剖面的地层年代、地球化学元素、磁化率、粒度等,分析了沂河流域气候环境的变化特征。

本书读者对象为高校和科研机构地质、地理专业的科研人员。

### 图书在版编目(CIP)数据

山东省沂河流域末次冰期最盛期以来的环境演变 / 曹光杰著. —北京: 科学出版社, 2019. 6

ISBN 978-7-03-061694-4

I. ①山… II. ①曹… III. ①冰期-流域环境-生态环境-演变-研究-山东 IV. ①X321.252

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第117559号

责任编辑: 孟美岑 韩 鹏 / 责任校对: 张小霞

责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 北京图阅盛世

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京建宏印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2019年6月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2019年6月第一次印刷 印张: 10 1/2 插页: 3

字数: 248 000

定价: 118.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 前 言

由于全球变暖、生态环境破坏、环境污染、自然灾害频发等环境问题日益突出,全球变化已成为地球系统科学研究的热点问题。20 世纪 80 年代以来,以国际地圈-生物圈计划 (IGBP)、全球变化人文计划 (IHDP)、世界气候研究计划 (WCRP) 等全球变化研究计划的组织实施为标志,全球变化研究进入了一个新的阶段。其中 IGBP 将过去全球变化 (PAGES) 研究列为核心计划之一。全球变化研究主要围绕着人类赖以生存的地球环境系统展开,探讨全球变化的规律、人类活动对地球环境变化的影响,预测和评估未来环境的变化,为区域发展的宏观决策提供科学依据。预测未来首先要弄清楚过去,所以加强对气候变化敏感区域过去环境变化规律和变化机制的研究,对于提高对环境变化的预知能力具有重要意义。

关于末次冰期的环境,长期以来一直是国内外研究的一个热点。末次冰期以来的环境演变对当今全球变化起到了奠基作用,而且影响着今后的全球气候与环境的变化过程,对于判断未来全球气候变化能提供重要的参考依据。晚冰期以来冷暖干湿的气候波动变化,对人类的生存和发展产生了深远的影响。细石器、新石器时代,古人类对自然环境的依赖程度很大,尤其是在气候-环境变化敏感的地区。新石器时代也是人类从完全依赖自然环境生存逐渐发展到主动改造自然的关键时期,是人类发展历史上的一个重要里程碑。研究这一时期的环境演变及其对人类的影响,探讨其相互作用的机制和规律,对现在和未来的人地关系研究都有十分重要的意义。

径流是地表水循环的重要环节,研究河流是研究地表水循环以及水量平衡不可或缺的核心内容和关键环节。要恢复末次冰期以来的地表环境,没有对当时河流状况的了解,是不全面的。自然与人为双重影响下的河流变化过程研究,是当前国际地球科学研究的一个前沿课题。河流中下游地区多是人口密集、经济繁荣的地区,是人与环境相互作用最强烈的地区,探讨这些地区人与环境相互作用的过程、机理和规律,越来越引起各国普遍重视。

河道演变的研究,不仅在科学理论方面,而且在生产实践中,均有重要意义。在拟定河道整治方案之前,必须进行河道演变过程的调查研究,分析河道演变的原因,并预测它的发展趋势。古河道是水系变迁、河流改道、河床演变以后,遗留在地面或埋藏在地下的地貌类型和地质体。它是一个静态物体,储藏着不同时期的河流类型、组成物质与分布规律的信息,通过信息提取可复原出不同时期的水系结构、河型类型与水文特征,乃至整个地理环境变迁与新构造运动史。影响河道演变的因素很多,如构造运动、海平面变化、地球自转、水沙变化、河床边界条件、人为因素等。河流流量变化是气候变化的直接反应,因此研究古河道的变迁、古流量的变化是研究环境演变的重要手段。

尽管对于末次冰期中地球上冰川的覆盖范围、植被覆盖范围与类型、海平面变化幅度、大陆和海洋的温度和降水的变化幅度等,已经有了比较清晰的认识,对于河流随海面升降发生的侵蚀和加积现象也有了比较一致的看法。但是,对于末次冰期中河流流量方面的研究却相对较少,已有的研究也主要集中在大江大河上,对区域性非直接入海的河流研究很少。沂河位于山东省东南部,发源于鲁沂山地,向南流经沂源县、沂水县、沂南县、临沂市区、郯城县,在郯城县南部进入江苏省,是淮河的重要支流,也是鲁南地区最大的河流。到目前为止,对沂河古河道、古流量及沂河流域环境演变方面的研究成果很少。本书综合利用地层学、地貌学、沉积学、年代学和河流动力学的方法,对沂河末次冰期最盛期以来的古河道、古流量进行研究,探讨末次冰期最盛期以来沂河流域(山东省境内)的环境演变,这不仅为深入理解末次冰期亚洲季风区河流的水文变化特征与过程提供重要依据,为探讨末次冰期最盛期以来淮河流域的古水文与古环境提供重要的线索,而且可以为经济社会快速发展的沂河流域的水资源利用、水环境保护以及跨河工程建设,提供地层和古地貌方面的数据和依据。

本书由国家自然科学基金项目“末次冰期最盛期沂河古河道与古流量研究”(41372182)资助出版。



# 目 录

## 前言

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第一章 沂河流域自然环境概况 .....           | 1   |
| 第一节 沂河流域的地质基础与地层 .....         | 1   |
| 第二节 沂河流域地形地貌特征 .....           | 8   |
| 第三节 沂河流域气候特征 .....             | 10  |
| 第四节 沂河水系概况 .....               | 13  |
| 第五节 沂河流域的土壤和植被 .....           | 16  |
| 第二章 研究内容与研究方法 .....            | 18  |
| 第一节 研究内容 .....                 | 18  |
| 第二节 研究方法 .....                 | 21  |
| 第三节 物探与钻探结果分析 .....            | 30  |
| 第三章 沂河埋藏古河道演变 .....            | 41  |
| 第一节 古河道研究进展 .....              | 41  |
| 第二节 沂河干流古河槽断面特征 .....          | 50  |
| 第三节 沭河古河槽断面特征 .....            | 84  |
| 第四节 末次冰期最盛期以来沂河古河道特征 .....     | 89  |
| 第四章 沂河古流量的计算 .....             | 97  |
| 第一节 河流古流量研究进展 .....            | 97  |
| 第二节 古流量的计算方法 .....             | 98  |
| 第三节 末次冰期最盛期以来沂河古流量的计算 .....    | 102 |
| 第五章 沂河流域的环境演变 .....            | 110 |
| 第一节 末次冰期最盛期以来环境演变研究进展和趋势 ..... | 110 |
| 第二节 典型剖面的环境变化记录 .....          | 113 |
| 第三节 沂河流域末次冰期最盛期以来的环境演变 .....   | 133 |
| 参考文献 .....                     | 140 |

## 彩图

# 第一章 沂河流域自然环境概况

沂河是鲁南地区最大的山洪河流，自北向南流经临沂市的沂源县、沂水县、沂南县、临沂市区（河东区、兰山区、罗庄区）、郯城县，在郯城县吴道口附近进入江苏境内。进入苏北平原后，注入骆马湖，再向南通过运河与淮河相通。河道总长 333.0km，其中山东省境内长 287.5km，江苏省境内长 45.5km。流域面积 11,820km<sup>2</sup>，其中山东省境内流域面积 10,772km<sup>2</sup>，江苏省境内流域面积 1,048km<sup>2</sup>。本章主要描述山东省境内沂河流域自然环境概况。

## 第一节 沂河流域的地质基础与地层

### 一、地质基础

#### 1. 地质简史

在地质构造上，沂河流域属华北地台的一部分，自新元古代以来，长期处于缓慢的升降运动状态。

太古宙（距今 4,000 ~ 2,500Ma）：太古宙初期，沂沭河断裂带以西地区先后沉降，沉积了一套巨厚的碎屑岩夹海底火山喷发物地层；太古宙晚期，在泰山运动的影响下，地层发生了强烈的褶皱隆起和变形，形成了一套深变质岩系，称为泰山群。经长期剥蚀夷平，残留部分构成这一地区的结晶岩基底。太古宙末期，沂河流域经历了褶皱、变形、隆起等，在蒙山、沂山等区域，岩层表现为韧性变形、剪切、岩浆侵入，岩浆活动具多旋回多期次的特征，侵入岩发育。蒙山的主体是距今 2,700 ~ 2,500Ma 间三期大规模岩浆侵入活动形成的片麻状英云闪长岩、片麻状花岗闪长岩、二长花岗岩。2,750 ~ 2,600Ma，万山庄序列超铁镁质-镁铁质侵入岩侵入，泰山序列 TTG（Trondhjemite、Tonalite、Granodiorite）岩系侵入（侯贵廷等，2008；曹光杰等，2017b）。大约 2,600 ~ 2,500Ma，先后有黄前序列西店子蛇纹岩，崮山序列中粒奥长花岗岩、片麻状粗中粒黑云母花岗闪长岩、中细粒斑状含黑云母花岗闪长岩，傲徕山、红门序列条带状黑云母二长花岗岩、中粒黑云石英闪长岩等侵入。基本上形成了蒙山、沂山的基底。

元古宙（约 2,500 ~ 550Ma）：古元古代仍有韧性变形、剪切和岩浆侵入活动，至中元古代约 1,621Ma 牛岚辉绿岩呈脉状侵入（王世进，1991；王世进等，2010，2013）；新元古代（约 1,000 ~ 550Ma），由于地质作用强烈，形成了沂沭河断裂带。沂沭河断裂带以东地区始终保持隆起的陆地状态至今。

古生代（约 550 ~ 252Ma）：古生代早期，沂沭河断裂带以西地区下沉为海，形成

一套页岩、灰岩互层的地层,直到奥陶纪中期,在加里东运动的影响下,此区又上升为陆地;古生代后期,受海西运动的影响,此区又经过一段海陆交替,在石炭纪中后期形成一套海陆交互含煤地层,最后又隆起为陆地至今。

中生代(约252~66Ma):地壳升降运动已不显著,但局部断裂运动强烈,形成小型盆地,如蒙阴盆地、平邑-费县-方城盆地等。这一时期受燕山运动的影响,有大规模的岩浆侵入和广泛的火山喷发。至此,沂河流域地形大势已经形成。

新生代(约66Ma至今):全区上升,遭受剥蚀,造成地形起伏显著,构造地震频繁,温泉出露较多等现象。

## 2. 地质构造的基本特征

沂河流域地质构造的基本特征是以断裂带活动为特征的断块构造性质。除沂沭河主断裂以外,还发育了一系列小断裂(带)。区内基底构造主要表现为岩层(地层、岩体)的韧性变形、剪切,以古老韧性变形(剪切)带的形式表现保存下来。基底岩系广泛发育褶皱构造,并有褶皱叠加变形。从构造单元看,沂河流域属于华北地台的二级构造单元——鲁西台背斜。又分属于鲁中隆断区、沂沭河断裂带两个三级构造单元。

鲁中隆断区包括蒙阴县、平邑县、费县、兰陵县全部,沂水县、沂南县、兰山区、罗庄区、郯城县的西部。在此断块上,又发育了一系列的韧性剪切带和断裂带。具有一定规模的韧性剪切带有:平邑县丰阳-费县梁丘韧性剪切带、沂水县峨山口韧性剪切带、崔家峪-下常庄韧性剪切带、王家庄子-大尧韧性变形带、郯城-甘霖韧性剪切带。较大规模的断裂有:铜冶店-孙祖断裂、新泰-蒙阴垛庄断裂、蒙山断裂、汶泗断裂、甘霖断裂等,这些断裂北西-南东向延伸,穿过沂沭河断裂带,构成网络状构造形态。盖层褶皱不太发育,多呈露头级,为断裂构造引起的小型褶皱,个别较大型的褶皱也与大型断裂有关,是在断块的升降、扭动中派生的次级构造。主要有:兰陵县土门复式褶皱,表现为轴向北北西的背斜内发育北东向复式褶皱,两翼倾角较缓,一般为 $30^{\circ}$ ,褶皱轴面西倾,倾角近直立,枢纽水平,为直立褶皱;位于沂南县境内的汶河谷地、马牧池-金厂断裂和孙祖断裂之间的汶河向斜,轴部紧靠汶河,走向 $315^{\circ}$ ,长约20km,宽约6km,界湖以西北东翼地层倾向 $210^{\circ}\sim 230^{\circ}$ ,西南翼地层倾向 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ,倾角一般 $6^{\circ}\sim 16^{\circ}$ ,个别达 $25^{\circ}$ ,界湖以东北翼走向 $25^{\circ}$ ,倾向 $115^{\circ}$ ,倾角 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ,南翼走向 $145^{\circ}$ ,倾向 $55^{\circ}$ ,倾角 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 。其地层展布及产状特征说明,汶河向斜在界湖以东变宽呈箕状,褶皱面向东,枢纽 $45^{\circ}$ ,向东倾伏,显示了汶河向斜与沂沭断裂带叠加的变形特征,后者改造前者。

沂河干流流经的是沂沭河断裂带。沂沭河断裂带是中国东部巨型断裂——郯庐大断裂带的中段,在山东境内北起渤海莱州湾,南到江苏新沂一带,全长365km,呈北北东 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 方向延伸,与沂沭河谷地展布相一致,是控制整个地区地质构造、岩浆活动和地震活动的主干断裂。沂沭河断裂带由四条断裂组成,自东向西为昌邑-大店断裂、白芬子-浮来山(安丘-莒县)断裂、沂水-汤头断裂、塘梧-葛沟断裂。四条断裂平行分布,形成了两堑一垒的构造形态。上段的中部为赭丹山地垒,东侧为莒县盆地,西侧为马站-苏村地堑盆地。野外调查发现,沂沭河断裂带并非简单的两堑一垒,而是



复式堑垒构造。这些堑-垒的边界断裂,多为同向反倾断层,大部分被后期构造破坏,局部保留,以其伴生的牵引褶皱可分辨其性质。复式堑-垒构造的主要表现为中部汞丹山地垒隆起,由一套太古宇泰山群片麻岩组成。东侧莒县地垒盆地有青山群、大盛群沉积及中生代次级盆地,西侧苏村-马站地堑内中生代地层中有古生代或相对较老的地层、岩石出现。沂沭河断裂带主要包括沂水县、沂南县、兰山区、罗庄区的东部,河东区、莒南县、临沭县的西部。

## 二、地 层

沂河流域地层发育较全,地层单位较多,共计有群级地层单位 14 个,组级地层单位 55 个,组成了区内复杂的地层系统。基岩出露面积较广,约占全区总面积的 65%,第四系覆盖层约占 35%。

### 1. 太古宇

太古宇主要包括沂水岩群和泰山岩群。沂水岩群自下而上出露石山官庄组和林家官庄组两个岩组。石山官庄组分布在沂水县城东晏家铺至大尧以北、道托以南地区,以暗色麻粒岩类、紫苏变粒岩类为主,含磁铁石英岩及黑云母变粒岩,呈岛状、透镜状及带状分布于太古界花岗岩中,连续性差,厚度 141~270m。林家官庄组分布在林家官庄至张家官庄一带,由含透辉斜长角闪岩、含紫苏辉石斜长角闪岩及黑云母变粒岩等组成,呈带状分布于太古界石英云母闪长岩中,与下伏石山官庄组和上覆泰山岩群均未见接触关系,林家官庄组厚约 661~740m。

泰山岩群自下而上出露雁翎关组、山草峪组、柳杭组。雁翎关组区内较少见,主要分布在沂水县胡同峪、新民官庄、崔家峪等地,主要岩性为斜长角闪岩,厚约 363m,下部被新太古界花岗岩侵入,上与山草峪组整合接触。山草峪组分布在兰陵县兰陵镇及蒙阴县坦埠等地,岩性组合特点是下部以黑云母变粒岩为主夹角闪磁铁石英岩及少量的细粒斜长角闪岩,中部为含石榴黑云母变粒岩夹磁铁石英岩,上部以黑白云母变粒岩为主夹黑云母变粒岩及少量的黑云母片岩,总厚度约为 2,000m,与下伏雁翎关组整合接触。柳杭组主要分布在沂水县东虎崖,在费县贾家沟、百草房亦有零星出露,东虎崖地区该组岩性组合以斜长角闪岩为主,夹磁铁石英岩、黑云母变粒岩、黑白云母变粒岩及少量的含角闪变粒岩、含石榴黑云母片岩、浅粒岩等,厚约 744m,顶、底皆被前寒武系岩体侵入。

### 2. 元古宇

沂河流域古元古界和中元古界地层很少,新元古界有拉伸系-埃迪卡拉系土门群,自下而上分为黑山官组、二青山组、佟家庄组、浮来山组、石旺庄组。黑山官组分布于兰陵县南山村、西石门、二青山、莲子汪等地,由于上部普遍遭受剥蚀,局部分布于古低洼地形处,与下伏泰山岩群山草峪组不整合接触,与上覆二青山组大部分为平行不整合接触。地层厚度小,岩性变化大,多数地区不足一米或缺失,以兰陵县石门

一带最发育,为泥岩、砂质页岩、细砂岩、含砾石英砂岩、砂砾岩等。二青山组主要分布在兰陵县二青山、石门、兰陵等地,沂南县蒲江聚宝官庄和兰陵县莲子汪等地有零星分布。该组地层发育完好,与下伏黑山官组平行不整合或角度不整合接触,局部覆盖在泰山群或变质变形侵入岩之上。主要岩性自下而上可分为砂岩段、灰岩段、页岩段,厚140m左右。佟家庄组分布于兰陵县石门、二青山、车辋、莲子汪,沂水县武家洼、诸葛、四十里铺及莒南县湖头等地,下部为砂岩段,上部为页岩段,与下伏二青山组平行不整合接触,局部角度不整合于基底变质岩之上。浮来山组主要见于兰陵县兰陵后烟头、黄山及沂水县下牛庄、王山、佟家庄、长安庄等地,主要岩性为含海绿石细粒石英砂岩、钙质粉砂岩,夹黄绿色页岩及含粉砂灰岩,厚60~132m,与下伏佟家庄组整合接触。石旺庄组主要分布在兰陵县兰陵后烟头,沂水县下牛庄、王山、佟家庄及长安庄等地,下部为砂质灰岩,厚约40m,上部为灰岩,厚约80m,顶部常被剥蚀。

### 3. 古生界

古生界包括寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系。

寒武系长清群自下而上分为李官组、朱砂洞组和馒头组。李官组分布较广,以兰山李官、兰陵县东、蒙阴青驼、南石门以及沂水县院东头、武家洼等地较发育。该组下部以灰色厚层石英砂岩为主,夹少量黄绿色泥质粉砂岩,称砂岩段,厚度一般十几米,底部常有复成分角砾岩,砾石成分为下伏岩层岩石;上部为砖红色泥岩或灰黄色泥晶灰岩,厚度不足十米。该组厚度各地变化较大,一般10~20m,兰陵县大仲村镇陶屯最厚,达90m。朱砂洞组除在李官组之上发育外,在缺失李官组的地方皆发育朱砂洞组,只是厚度变薄至十几米。这是因为寒武纪时海水由东南向西北入侵所造成。该组岩性较杂,自下而上分为三个岩性段:灰岩段为青灰色-暗灰色疙瘩状灰岩及黄褐色瘤状灰岩、泥晶白云质灰岩,局部含燧石结核,锤击有臭味,厚20m左右;中余粮村段以灰紫色页岩为主,夹少量紫红色泥质、铁质粉砂岩,厚40m左右;上灰岩段为厚层豹皮状灰岩、砂屑灰岩及白云质灰岩,常含燧石结核或纹层理,南部厚60~70m,北部厚度超过100m。馒头组分布同朱砂洞组,二者为整合接触,自下而上分三个岩性段:石店段为紫红色薄层状粉砂岩、砖红色云泥岩为主夹砂屑灰岩、核形石灰岩、藻丘灰岩等,厚度一般数十米至百余米;下页岩段主要岩性为紫色、砖红色页岩,厚数十米至百余米;洪河段主要岩性为暗紫色、深灰色中薄层含海绿石长石石英砂岩,褐灰色中厚层状交错层长石石英砂岩,夹少量页岩及粉砂岩,岩石普遍含有较多的白云母片。厚度一般为50~100m。该组以紫红色页岩和砖红色云泥岩、交错层砂岩为特征,明显区别于下伏朱砂洞组 and 上覆张夏组,区域上分布稳定。该组产较多的三叶虫化石。

寒武系-奥陶系九龙群,自下而上分为张夏组、崮山组、炒米店组和三山子组。张夏组分布普遍,鲁南地区的“崮”多由该组底部巨厚层鲕粒灰岩构成。该组自下而上分为三段:下灰岩段为灰色巨厚层、厚层鲕粒灰岩,有时含生物碎屑,鲕粒大而规则,厚度一般为30~70m,形成陡壁;中盘车沟段主要岩性为黄绿色页岩,夹灰岩薄层或

扁豆体,厚度由东向西从数百米至数十米不等;上灰岩段多数地区以灰色、灰白色厚层藻丘灰岩为主,夹少量鲕粒生物碎屑灰岩及黄绿色页岩,厚度一般不足百米。该组含丰富的三叶虫化石及腕足、头足类化石。崮山组分布同张夏组,主要岩性为黄绿色页岩,薄层疙瘩状、瘤状灰岩,夹竹叶状砾屑灰岩和薄板状微晶灰岩及鲕粒灰岩,以岩层薄而变化快、地貌上常为平缓地形和发育植被为宏观特征,与下伏张夏组整合接触。厚度一般为40~60m,该组盛产三叶虫化石。炒米店组分布同崮山组,主要岩性为浅灰色中层微晶灰岩、竹叶状砾屑灰岩、藻凝块灰岩、叠层石灰岩,夹泥质条带灰岩、鲕粒灰岩及生物碎屑灰岩,顶部有时可见不同程度的白云岩化。该组厚度较大,一般为100~200m。该组常见具紫色氧化圈的竹叶状砾屑灰岩,有时单层达1m左右,切割磨光后花纹精细美观,可作建筑装饰材料。三山子组分布同炒米店组,自下而上分为三个岩性段:下段为灰褐色厚层、中厚层中晶白云岩,厚度一般为数十米;中段主要为浅褐色、灰黄色中薄层细晶、中晶白云岩、薄纹层白云岩,夹小竹叶状砾屑白云岩,厚度一般为数十米;上段主要为灰色、黄灰色中厚层、厚层状含燧石结核和条带的中晶白云岩,厚度一般为30~60m。该组白云岩为次生白云岩,由原始沉积的灰岩经白云岩化而来。

奥陶系马家沟组,流域内几乎各县都有分布,以费县、兰陵县、沂南县比较发育。该组厚度较大,达数百米,以大套的白云岩(下)和灰岩(上)互层为特征,共有三个大旋回,六个岩性段。该组是广阔浅海沉积,化石丰富。该组的北庵庄段和五阳山段为较纯的大套厚层灰岩,除是良好的水泥、石灰原料外,还可做熔剂灰岩和化工灰岩,开发前景相当可观。

石炭系-二叠系月门沟群集中分布在罗庄区的罗庄、付庄、汤庄,费县东北,兰陵县矿坑一带,露头连续性差,多为构造切割。为主要的含煤和铝土矿地层,自下而上分为本溪组、太原组、山西组。本溪组主要为紫红色铁质铝土岩、黄灰色铝土岩、铁质泥岩,厚度一般为10~20m。该组厚度虽小,却是重要的铝土矿、硬质耐火黏土含矿层位。太原组主要为深灰色粉砂岩、黄色细砂岩、灰黑色页岩、灰白色长石石英砂岩,夹有灰岩和煤线。厚度从数十米至百多米不等,是重要的含煤层位。山西组以陆相碎屑岩沉积为主,主要由灰、深灰色碳质页岩、粉砂质页岩及泥质粉砂岩和煤层组成。厚度从数十米至百多米,东南厚、西北薄,含煤情况也是南多北少。

二叠系石盒子组,地表仅见于罗庄区的罗庄和付庄,郯城县黄山、褚墩镇地下局部发育,皆被断层切割得支离破碎。主要岩性为陆相杂色砂岩、粉砂岩及黏土岩,自下而上可分为四个岩性段,总厚度大于270m。该组中仅见煤线,不含可采煤层,但铝土岩比较发育,是开采铝土矿的重要层位。

#### 4. 中生界

中生界地层分布较广,但出露零星,主要见于蒙阴县、沂水县及费县北部和平邑县东部,由于各地构造差异和火山活动影响不同,地层系统非常复杂。

侏罗系淄博群,分为坊子组(下)和三台组(上)两部分,流域内只发育三台组,缺失坊子组。三台组见于蒙阴县城南-常路大张台、界牌,平邑县铜石-地方,费

县城北及临沂东大桥、河东沭埠岭等地。在蒙阴主要岩性为紫红色、灰红色、灰绿色中薄层细砂岩、粉砂岩，厚大于70m。在费县主要岩性为紫红色中厚层中、细砂岩，厚度大于57m。在沭埠岭一带为紫红色砾岩、砂砾岩夹砂岩，厚约48m。总体特征为一套紫红色的河流相碎屑岩沉积。

白垩系莱阳群，流域内地表可见的序列组合自下而上为水南组、城山后组、马连坡组。水南组分布于蒙阴县城自小儒来至大田家林和平邑盆地内，主要岩性为灰、灰绿色钙质、泥质粉砂岩，紫灰色粉砂岩、页岩夹粗砂岩，与三台组平行不整合接触，厚500~600m。城山后组分布于蒙阴、平邑一带，主要岩性为灰、灰黄、灰紫色中、粗粒岩屑长石石英砂岩、凝灰质砂岩，顶部和底部可见较多的含砾粗砂岩、砾岩，厚300~400m。马连坡组主要见于河东区沭埠岭、郯城县李庄等地，主要岩性为灰色、灰紫色含砾砂岩，夹黄绿色细砂岩、粉砂岩及少量砾岩，厚度大于600m。

白垩系青山群，流域内主要分布在沂沭断裂带内及蒙阴盆地，在罗庄区及郯城县北、平邑盆地有零星分布。根据火山活动旋回，区内青山群自下而上分为四组：后乔组（酸性火山碎屑岩）、八亩地组（中-基性熔岩、火山碎屑岩）、石前庄组（酸性火山碎屑岩、熔岩）、方戈庄组（偏碱性、中-基性熔岩及火山碎屑岩），区内缺失后乔组，只发育上部三组，并以八亩地组最为发育。由于火山活动的局限性，在有的地区火山喷发物沉积时，有的地区则是正常沉积，或者在火山沉积间断期也发育正常沉积。为了准确地划分这些地层，将与青山群基本同时的非火山沉积称为大盛群，自下而上分为下店组、大土岭组、马朗沟组、田家楼组、寺前村组，有时在沂沭断裂带以西青山群火山岩中也夹有大盛群某一组相同岩性的层位。青山群厚度可达数千米，大盛群可达数百米至近千米。

## 5. 新生界

流域内新生界地层比较发育，以大面积第四系为主，古近系、新近系仅有零星分布，并且多被第四系覆盖。

新近系地层分官庄群、临朐群、白彦组。官庄群自下而上分固城组、卞桥组、常路组、朱家沟组、大汶口组，区内发育不全，分布零星，主要见于平邑县卞桥、费县方城、薛庄及蒙阴县常路一带，缺失大汶口组。主要为泥岩、泥灰岩、红色黏土岩等。临朐群主要见于沂水县沙沟、马站、圈里一带，自下而上分为牛山组、山旺组、尧山组，区内只发育牛山组和尧山组，成平顶山地貌，笠状、桌状覆盖于青山群、大盛群或基底变质岩之上。牛山组主要为灰黑色碱性橄榄玄武岩、气孔-杏仁状玄武岩，尧山组主要为碱性橄榄玄武岩。白彦组主要分布在平邑县和费县一带，主要岩性为灰褐色燧石砾石为主的砾岩、砂质砾岩，有时夹红色黏土条带。该组为重要的金刚石储集层位，对金刚石找矿工作具有特殊意义。

第四系覆盖层分布广泛，尤其在沂河干流两岸一带大面积分布，构成广阔平原，为良好农田。根据第四系覆盖层在区内的发育情况，自老至新分为小埠岭组、于泉组、羊栏河组、大埠组、山前组、黑土湖组、临沂组、寒亭组、沂河组。

### 三、岩 浆 岩

流域内岩浆活动较为强烈,既有强烈的火山喷发,又有大规模的岩浆侵入,体现了一个完整的巨型岩浆活动旋回。岩石以中、酸性岩类为主,其次为碱性、基性、超基性岩类。从早到晚岩浆活动主要有三期:前埃迪卡拉纪岩浆活动期,中生代岩浆活动期,新生代岩浆活动期。

#### (一) 前埃迪卡拉纪岩浆活动期

该期根据沂沭河断裂带以西裂陷式地槽的褶皱回返时间分为三个亚期。

##### 1. 造山前亚期

广泛分布于沂沭河断裂带以西地槽内,活动时间为新太古代早期,主要由三个阶段构成:泰山期前,形成相当于“万山庄组”、“太平顶组”的混合花岗岩系;泰山期,岩浆活动早期为基性、超基性岩类侵入,晚期为中酸性岩浆侵入,此阶段岩石普遍遭受区域变质作用,形成一系列正变质岩;雁翎关期,形成大规模的基性、超基性火山喷发及小规模的岩浆侵入,该亚期常见岩性有花岗岩、斜长花岗岩、变闪长岩、角闪岩、榴灰岩、滑石岩等,同位素年龄大于2,200Ma,该亚期的岩浆活动与金刚石、滑石、石棉、磷、石墨及鞍山式磁铁矿的形成有密切关系。

##### 2. 造山亚期

岩浆活动时间为新太古代末期—中元古代晚期。受吕梁运动影响,沂沭河断裂带以西地槽褶皱回返,形成华北原地台,并伴随有大规模的中、酸性岩浆侵入。主要岩性为黑云母花岗岩、花岗闪长岩等。同位素年龄为1,770~1,800Ma。该期岩浆活动与金刚石、石棉、铜、镍、铂、铁、铬、金红石等矿产资源的形成有密切关系。

##### 3. 造山后亚期

岩浆活动时间为中元古代,为地台发展期,岩浆活动不明显,仅偶见变质轻微的中基性岩类,如辉长岩、变闪长岩等,同位素年龄为1,000~1,770Ma。

#### (二) 中生代岩浆活动期

该期岩浆活动规模大,分布广,岩性复杂,以中、酸性岩为主。分燕山早期和燕山晚期。

##### 1. 晚侏罗世燕山早期

本期岩浆活动仅限于沂沭河断裂带内,表现为轻微的火山喷发,形成河流相的凝灰质砂岩。同位素年龄为174~177Ma。

2. 早白垩世燕山晚期

根据其侵入关系可分为艾山、崂山、峡山三个阶段，表现为既有强烈的火山喷发，又有强烈的岩浆侵入，是岩浆活动的主峰期。火山喷发仅限于沂沭河断裂带以西凹陷盆地及沂沭河断裂带内。岩浆侵入遍布全区。主要岩性有安山岩、火山碎屑岩、熔岩、熔结凝灰岩、流纹岩、玄武岩等喷出岩及似斑状花岗闪长岩、辉石闪长岩、石英二长岩、辉长岩、正长斑岩等侵入岩。同位素年龄为 88 ~ 164Ma。该亚期岩浆活动与金、银、铜、铅、锌及稀有元素、非金属矿产资源的形成有密切关系，是内生矿床的主要成矿期。

(三) 新生代岩浆活动期

该期岩浆活动规模小，分布不广，仅限于沂水以北，在平邑-方城拗陷中局部发现。主要为碱性橄榄玄武岩喷发。火山喷发时期主要集中于新近纪中新世至上新世，同位素年龄为 11 ~ 16Ma。

第二节 沂河流域地形地貌特征

一、地貌特征

1. 地貌复杂、类型多样

沂河流域位于我国地势第三级阶梯的东缘，鲁中山地丘陵的东南部。本区地貌复杂，类型多样，有中山、低山、丘陵、山间平原和盆地以及沂沭河冲积平原等多种类型。它们高度不同，形态各异。根据其形态、成因，可划分为中山、低山、丘陵、山间平原和沂沭河冲积平原等，具体情况见表 1-1。

表 1-1 沂河流域地貌类型特征表

| 地貌类型 | 海拔高度<br>/m   | 相对高度<br>/m | 坡度<br>/(°) | 切割密度<br>/( km/km <sup>2</sup> ) | 切割深度<br>/m | 形态特征       | 地质成因 | 面积<br>/hm <sup>2</sup> | 占总<br>面积/% |
|------|--------------|------------|------------|---------------------------------|------------|------------|------|------------------------|------------|
| 中山   | 1000 以上      | 500        | 20 ~ 30    | 2                               | 123        | 山坡陡峭，河谷深切  | 断块抬升 | 680                    | 0. 07      |
| 低山   | 500 ~ 1, 000 | 350        | 15 ~ 20    | 1. 8                            | 77         | 山岭低缓，宽谷浅切  | 断块抬升 | 62, 200                | 6. 20      |
| 丘陵   | 200 ~ 500    | 200        | 10 ~ 15    | 1. 6                            | 55         | 孤立缓岭，脉络不明  | 断块抬升 | 612, 420               | 61. 04     |
| 山间平原 | 250 ~ 500    | 50         | 3          |                                 |            | 地面较平，向河谷微倾 | 断块凹陷 | 63, 840                | 6. 36      |
| 冲积平原 | 50 以下        | 20         | 1          |                                 |            | 地面坦荡，土层深厚  | 河流冲积 | 211, 900               | 21. 12     |
| 洼地   | 20 以下        | 10         | 1          |                                 |            |            | 湖积洼积 | 52, 300                | 5. 21      |



## 2. 地势西北高、东南低

流域内主要山脉有蒙山山脉、沂山山脉，均呈北西-南东向延伸，且山势由西北向东南逐渐降低，形成本区地势西北高、东南低的格局。沂河的主要支流如沭河、蒙河、东汶河等均顺着山势自西北向东南注入干流。

## 3. 地形破碎

流域内山地、丘陵受到河流切割比较强烈，地形较为破碎。

# 二、主要地貌类型

## 1. 中山地貌

流域内中山地貌主要有蒙山、沂山，构成沂蒙山地的最高部分，海拔均在 1,000m 以上。山体核心都由变质岩和岩浆岩组成，岩石风化后，形成砂质土。都有一个陡峭的山峰叫“顶”，如蒙山龟蒙顶、沂山玉皇顶。一般切割密度和深度都较大，沟谷与山岭相间，平行展布。在蒙山、沂山上均可见阶梯状的山坡和三级夷平面，表明山地抬升过程中具有阶段性。

蒙山山脉位于流域的西部，自西北向东南延伸于平邑、蒙阴、费县、沂南之间，绵延 75km，与北面的泰沂山脉共同组成鲁中南低山丘陵区的脊梁。其名始见于春秋战国古籍，春秋时属鲁，因位于鲁东，又名东蒙、东山。海拔千米以上的山峰有龟蒙顶、挂心崮子、望海楼、冷峪顶等，主峰龟蒙顶因形似卧龟而得名，海拔 1,155m，为全区最高峰，也是山东省第二高峰。山体结构为泰山群变质岩系，核心部分为混合花岗岩。蒙山山势雄伟，自然风光秀丽，自古以来吸引了无数文人墨客到此观光游览，名胜古迹颇多，目前是临沂市旅游开发的重点。

沂山山脉位于沂河流域的东北部，绵亘于沂水县的北境，西面隔沂河上游谷地与鲁山相望。山体主要由泰山群黑云母变粒岩、片麻岩、混合岩等组成，局部见有寒武系之页岩、灰岩和新近系玄武岩等。主峰玉皇顶海拔 1,032m，为临沂市第二高峰。玉皇顶周围有 29 个山头环绕，峰峦叠嶂，气势磅礴。主峰南侧耸立着一座石崖，如刀削斧劈，崖上有一清泉飞泻而下。山上还有许多古建筑，碑文石刻随处可见。是旅游开发的重要场所。

## 2. 低山地貌

低山地貌海拔一般在 500m 以上，在沂河流域分布较广，主要分布在北部和西北部一带，如沂水县北部、沂南县西部、蒙阴县大部、平邑县和费县的西南部等地。

全市海拔 500m 以上的山峰有近 5,000 座，与蒙山、沂山等中山山地共同构成沂蒙山区。低山地貌中最典型的是由倾角很小的厚层石灰岩覆盖在砂页岩之上形成的崖壁峭立、山顶平坦的方山地貌，当地称为“崮”，如孟良崮、岱崮、抱犊崮等。沂蒙群崮的共同特点是：顶部平坦，顶的周围是峭壁，险峻异常，远远望去，好象一顶顶高耸

的“帽子”，顶下峭壁，一般高7~20m，几乎全是石灰岩结构。崮下山体大都是由砂岩、页岩、玄武岩等岩石构成。顶的面积小的几亩，大的数百亩。沂蒙群崮，不但形势险峻，且景色奇秀可爱，是一种独有的自然旅游资源。

### 3. 丘陵地貌

沂河干流以西的丘陵地貌主要分布在山地的外围，多呈孤立缓岭，脉络不显，沟谷切割强烈，地貌破碎，切割密度平均为 $1.4\text{km}/\text{km}^2$ ，切割深度平均为80m。多由石灰岩和页岩构成，称为青石丘陵。由于岩石漏水强烈，地下水埋藏深，地表缺水严重，水土流失在各类地貌类型中是最严重的。

### 4. 山间平原、盆地及沂沭河冲积平原

山间平原和盆地主要分布在上述山地、丘陵间的河谷地带，有的表现为顺谷地延伸的长条形山间平原，如汶河谷地、沭河谷地；有的表现为四周高，中间低的山间小盆地，如蒙阴盆地。这些山间平原或盆地，多数是在断块凹陷的基础上经流水冲积及两侧或周围山地的洪积而形成的。这里地表平坦，土层较厚，水源丰富，土壤肥沃，是主要的农耕地之一。

沂沭河冲积平原主要分布在沂沭河中游及下游两岸，它由沂沭河长期冲积而成。北自沂水县城起，向南随着地势的逐渐低下，平原面积逐渐增大，呈喇叭状分布。该平原地面坦荡，土层深厚，土壤肥沃，是主要农耕地。

## 三、地貌分区

根据上述五种地貌类型，结合其区域分布，沂河流域可划分为两个地貌区，即：沂蒙山地区，指沂河上游山地及沂河以西（兰陵县南部平原除外）的广大地区，从地貌类型上看，本区主要是中山、低山、丘陵地貌及夹杂其中的山间平原、山间盆地等；沂沭河冲积平原区，主要指沂河下游的兰山区、河东区、兰陵县、郯城县沂河两岸的冲积平原。

## 第三节 沂河流域气候特征

### 一、影响本区气候的主要因素

地理位置、大气环流、地形是影响临沂市气候形成的三大因素。

#### 1. 地理位置

山东省境内的沂河流域位于北纬 $34^{\circ}22'$ ~ $36^{\circ}13'$ ，南北跨纬度约 $2^{\circ}$ ，属典型的暖温带地区。其太阳高度和昼夜长短一年中变化很大。以临沂市为例，正午太阳高度从冬至的 $31^{\circ}26'$ 增加到夏至的 $78^{\circ}26'$ ，太阳照射时间从冬至的不足10h增加到夏至的将近

14.5h（表 1-2）。这是产生夏热冬冷、春秋温和的四季变化的主要原因。

本区位于泰沂山地的南侧，东隔日照、赣榆与黄海相望，距海很近，因此，海洋对本区，特别是本区东部气候影响很大。

表 1-2 临沂市气象台测得临沂太阳高度和昼长的年变化

| 纬度      | 春分     |        | 夏至     |        | 秋分     |        | 冬至     |       |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|         | 太阳高度   | 昼长     | 太阳高度   | 昼长     | 太阳高度   | 昼长     | 太阳高度   | 昼长    |
| 35°04'N | 54°56' | 12.10h | 78°26' | 14.31h | 54°56' | 12.07h | 31°26' | 9.50h |

2. 大气环流

我国是典型的季风气候区，季风环流当然也是沂河流域气候形成的主导因素。沂河流域地处我国东部近海，在东亚大的季风环流形势影响下，风向随季节的变化十分明显。冬季，蒙古高压势力强盛，其中心气压可达  $1.42 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。本区位于高压的东南部，故冬季盛行偏北风。每年 11 月至翌年 3 月，本区主要受这种冬季风的影响，其控制下的天气特征是空气干冷，雨雪稀少。夏半年，蒙古高气压退缩，以至消失，我国东部大部分地区为热低压所盘踞，太平洋高压北上西伸，到 7 月份发展到鼎盛时期，本区为它所控制，故夏季盛行东南季风。东南季风来自温度高、湿度大的热带海洋地区，带来了大量的暖湿空气，当与北方南下的冷空气相遇时，往往产生大量降水，所以夏季高温多雨。由于季风活动的不稳定性，往往容易造成旱涝灾害。

3. 地形

地形对气温、降水、风等均有影响。

地形对气温的影响主要表现为以下三个方面：沂河走廊导致北方冷空气南下，又受到沐东丘陵的阻滞作用，冷空气积聚下来，因此，在沂河中上游的沂水一带形成冷中心；高大的山脉起到天然屏障作用，是冷暖空气的自然分界线，如蒙山北麓的蒙阴，是北部山区的冷中心，而南麓的费县是南部地区的暖中心；地势对气温的降低作用。

地形对降水的影响：本区的年降水量从东南向西北递减，除受夏季风由东南向西北推进的影响以外，地形也起到了辅助作用，因为流域内主要山脉多为北西-南东走向，形成向东南沿海倾斜的谷地，暖湿气流沿谷延伸，被迫抬升，形成地形雨，因此，谷口处和山地迎风坡降水较多（表 1-3）。

表 1-3 山地迎风坡与背风坡降水量比较 (单位：mm)

| 月份      | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6   | 7   | 8   | 9  | 10 | 11 | 12 | 全年  |
|---------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|
| 蒙山北麓大棉厂 | 10 | 16 | 27 | 60 | 45 | 103 | 349 | 194 | 92 | 41 | 46 | 13 | 996 |
| 蒙山西南麓上冶 | 7  | 9  | 18 | 46 | 40 | 100 | 272 | 156 | 61 | 28 | 20 | 9  | 766 |
| 两地差值    | 3  | 7  | 9  | 14 | 5  | 3   | 77  | 38  | 31 | 13 | 26 | 4  | 230 |